

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-113779

(43)公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

E

H

26/06

26/06

J

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 6 A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平8-270796

(22)出願日

平成8年(1996)10月14日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 岩本 謙治

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 引間 郁雄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

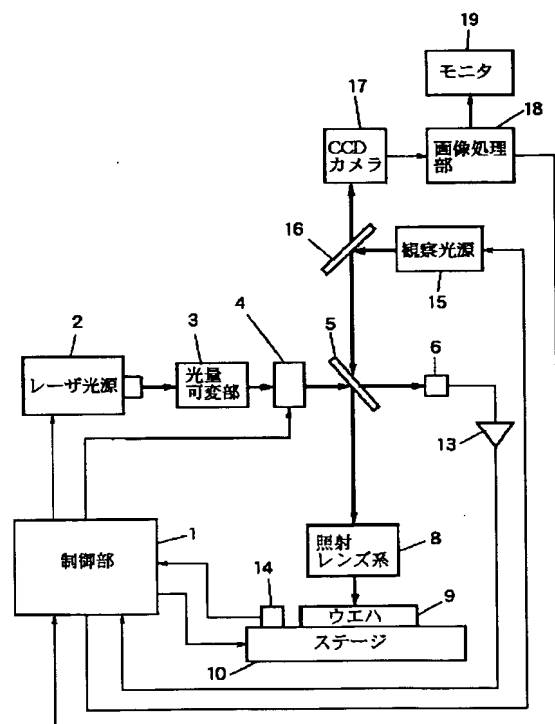
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 レーザ加工装置

(57)【要約】

【課題】 ウエハのアライメントマーク上のポリイミド膜を除去する。

【解決手段】 レーザ光源2から放出された波長が400nm以下のレーザビームは、光量可変部3により光量が調節された後、可変開口絞り4により開口数が調節される。可変開口絞り4を透過したレーザビームは、ダイクロミックミラー5により反射され、照射レンズ系8に入射される。照射レンズ系8は、入射されたレーザビームをウエハ9の所定の領域に集光する。その結果、ウエハ9のアライメントマーク上のポリイミド膜は光アブレーション効果により除去されることになる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザビームを被加工物に照射し、加工を行うレーザ加工装置において、

前記レーザビームを放出するレーザ光源と、

前記被加工物を保持する保持手段と、

前記保持手段に保持された前記被加工物に形成されているアライメントマーク上の薄膜に対して、前記レーザ光源から放出されたレーザビームを照射する照射光学系とを備えることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 2】 前記レーザ光源は、波長が 400 nm 以下のレーザビームを放出することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】 前記被加工物は、半導体基板であることを特徴とする請求項 1 または 2 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】 前記照射光学系の開口絞りを調節する開口絞り調節手段を更に備え、

前記開口絞り調節手段は、前記アライメントマークのサイズに応じて、前記開口絞りを調節することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】 前記被加工物の加工の進行状態を判定する判定手段を更に備え、

前記判定手段は、前記被加工物の加工の進行状態に応じて前記レーザ光源を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工装置に関し、特に、レーザビームを照射光学系を介して被加工物に照射し、被加工物を加工するレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造プロセスでは、ウエハ（半導体基板）上の規定の位置に半導体素子が形成されるように、アライメントマーク（Alignment Mark）をウエハ上に形成し、このアライメントマークを基準にして露光処理等が実行される。

【0003】ところで、電気的な絶縁膜を形成するためにウエハの表面にポリイミド（Polyimide）樹脂等を塗布する場合、このような樹脂はウエハの表面全体に塗布されるので、アライメントマーク上にもポリイミド樹脂が塗布されることになる。その結果、アライメントマークを検出するための光学系の焦点距離が膜の厚さ分だけずれを生ずるため、ウエハのアライメント（位置決め）が困難となる場合があった。

【0004】また、このアライメントマーク上に塗布されたポリイミド樹脂により光が吸収されるので、アライメントマークのエッジ部分の検出が困難となり、その結果、アライメント精度が低下する場合もあった。

【0005】従って、アライメントマーク上に塗布され

たポリイミド樹脂は除去することが望ましい。

【0006】従来において、このようなポリイミド樹脂の除去には、例えば、液相中のウェットエッチングや、減圧下での活性ガスプラズマを利用したドライエッチング等の技術が用いられていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えばウェットエッチング処理では、エッチング液中に被エッチング物（ウエハ）を浸し、化学的な反応によりポリイミド膜を除去するため、アライメントマークが形成されている部分のポリイミドのみを選択的に除去するためには、アライメントマーク以外の部分にマスク材を塗布する必要がある。従って、このマスク材を塗布するプロセスが新たに加わり、そのため、処理プロセスが煩雑になるという課題があった。また、ウェットエッチング処理は、基本的に腐食処理であるので、処理に時間がかかるという課題もあった。

【0008】また、ドライエッチング処理では、反応ガスに高い周波数の電界を印加してプラズマ化させ、その中のラジカルのみを取り出して被エッチング物と反応させてエッチングを行うので、ウエハを密閉容器中に封入して反応ガスを充填してから処理を行う必要がある。従って、特別な密閉容器やエッチング処理後の不要なガスを処理する施設が必要となるという課題があった。また、この場合においても、マスク材を塗布する必要があるので処理プロセスが煩雑となるという課題があった。

【0009】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、アライメントマーク上に塗布されているポリイミド樹脂等を簡単にしかも短時間で除去することを可能とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載のレーザ加工装置は、レーザビームを放出するレーザ光源と、被加工物を保持する保持手段と、保持手段に保持された被加工物に形成されているアライメントマーク上の薄膜に対して、レーザ光源から放出されたレーザビームを照射する照射光学系とを備えることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0012】この図において、制御部 1（判定手段）は装置各部の制御を行うようになされている。レーザ光源 2 は、制御部 1 の制御に応じてレーザビームを放出し、光量可変部 3 に入射するようになされている。なお、このレーザ光源 2 としては、波長が 400 nm 以下の、例えば、紫外線レーザ光源などを用いる。光量可変部 3 は、レーザ光源 2 から放出されたレーザビームが所定の光量となるように調節するようになされている。

【0013】可変開口絞り 4（開口絞り調節手段）は、光量可変部 3 から出射されたレーザビームが所定のビー

ムサイズとなるように調節するようになされている。

【 0 0 1 4 】 図 2 は、可変開口絞り 4 の詳細な構成の一例を示している。

【 0 0 1 5 】 この図において、8 枚の開閉羽根 3 0 は、光軸を中心として回転する円筒型ボディー 3 1 に一端で嵌合されており、円筒型ボディー 3 1 の回転に応じて開口部 3 2 の面積が変化するようになされている。駆動部 3 3 には、モータが内蔵されており、制御部 1 の制御に応じて、円筒型ボディー 3 1 を回転させ、開口部 3 2 の面積を調節するようになされている。

【 0 0 1 6 】 図 1 に戻って、ダイクロイックミラー (Dichroic Mirror) 5 は、入射されたレーザビームの大部分を反射し、照射レンズ系 8 に入射する。また、レーザビームの残りの部分は、ダイクロイックミラー 5 を透過して、エネルギーメータ 6 に入射する。

【 0 0 1 7 】 照射レンズ系 8 は、ダイクロイックミラー 5 により反射されたレーザビームをウエハ 9 の所定の領域に集光するようになされている。ウエハ 9 は、ステージ 1 0 (保持手段) により移動され、照射レンズ系 8 より照射されるレーザビームに応じて所定の領域が加工されることになる。

【 0 0 1 8 】 なお、このステージ 1 0 は、レーザビームに対して垂直方向、または水平方向に移動可能とされているとともに、図示せぬ駆動軸を中心として水平平面上で回転可能とされている。

【 0 0 1 9 】 エネルギーメータ 1 4 は、加工を開始する直前に照射レンズ系 8 の光軸の位置まで移動された後、照射レンズ系 8 から照射されるレーザビームのエネルギーを測定するようになされている。そして、測定されたエネルギーの値は、制御部 1 に供給される。

【 0 0 2 0 】 また、エネルギーメータ 6 は、ダイクロイックミラー 5 を透過したレーザビームのエネルギーを測定するようになされている。ダイクロイックミラー 5 を透過するレーザビームは、反射されるレーザビームに比べて僅少であるので、エネルギーメータ 6 より出力される信号は、エネルギーメータ 1 4 から出力される信号と同じレベルとなるようにアンプ 1 3 により増幅され、制御部 1 に供給される。

【 0 0 2 1 】 観察光源 1 5 は、内蔵されているハロゲンランプを点灯させるようになされている。ハロゲンランプから放出される光は、所定の波長帯域のみを透過させる図示せぬ光フィルタを介して出射され、反射ミラー 1 6 に入射される。反射ミラー 1 6 は、観察光源 1 5 から出射された光を反射し、ダイクロイックミラー 5、照射レンズ系 8 を介してウエハ 9 に照射する。ウエハ 9 からの反射光は、照射レンズ系 8、ダイクロイックミラー 5、反射ミラー 1 6 を介して、CCD (Charge Coupled Device) カメラ 1 7 に入射される。

【 0 0 2 2 】 CCD カメラ 1 7 は、ウエハ 9 からの反射光を画像信号に変換し、画像処理部 1 8 (判定手段) に

出力する。画像処理部 1 8 は、CCD カメラ 1 7 から入力された画像信号をモニタ 1 9 に出力すると共に、画像信号に対して後述する処理を施し、制御部 1 に出力する。モニタ 1 9 は、画像処理部 1 8 から出力された画像信号を表示出力するようになされている。また、制御部 1 は、画像処理部 1 8 から出力される信号に応じて所定の処理を実行するようになされている。

【 0 0 2 3 】 次に、この実施の形態の動作について図 3 に示すフローチャートを参照して説明する。

10 【 0 0 2 4 】 ウエハ 9 がステージ 1 0 上に載置されると (ステップ S 1)、制御部 1 は、ステップ S 2 において、可変開口絞り 4 の駆動部 3 3 に対して制御信号を送り、開口部 3 2 が所定の面積となるように調節する。その結果、レーザビームが所定のビームサイズに設定されることになる。

【 0 0 2 5 】 ステップ S 3 では、制御部 1 は、ステージ 1 0 を水平方向に移動させ、エネルギーメータ 1 4 が照射レンズ系 8 の光軸位置に来るようにする。そして、ステップ S 4 において、制御部 1 は、レーザ光源 2 を制御してレーザビームを照射させ、レーザビームのエネルギー密度を測定する。即ち、ウエハ 9 上におけるビームの面積 (以下、ビーム面積と略記する) は予め分かっているので、制御部 1 は、エネルギーメータ 1 4 の出力信号の値をビーム面積の値で除算し、エネルギー密度を計算する。そして、ステップ S 5 に進む。

【 0 0 2 6 】 ステップ S 5 において、制御部 1 は、ステップ S 4 において測定されたエネルギー密度の値に応じて光量可変部 3 を駆動することにより光量を調節する。そして、ステップ S 6 に進み、制御部 1 は、エネルギー密度が所定の値であるか否かを判定する。その結果、エネルギー密度が所定の値となっていない (NO) と判定した場合には、ステップ S 4 に戻り、前述の場合と同様の処理を繰り返す。また、エネルギー密度が所定の値となった (YES) と判定した場合には、ステップ S 7 に進むことになる。

【 0 0 2 7 】 ステップ S 7 では、制御部 1 は、ウエハ 9 の加工しようとする部分、即ち、アライメントマークが形成されている部分にレーザビームが照射されるように、ステージ 1 0 を移動させる。そして、ステップ S 8 に進む。

【 0 0 2 8 】 ステップ S 8 では、制御部 1 は、画像処理部 1 8 に制御信号を送り、CCD カメラ 1 7 により撮影されたウエハ 9 上のアライメントマークのコントラスト値を画像処理部 1 8 に算出させ、得られたコントラスト値を変数 C 2 に代入する。

【 0 0 2 9 】 なお、このコントラスト値は、アライメントマークとその他の部分の反射率の比を示しており、図 4 (B) に示すように、加工処理が進行し、アライメントマーク部分のポリイミドが除去されるに従って、コントラスト値が大きくなることになる。

【0030】続くステップS9では、制御部1は、レーザ光源2を制御し、レーザビームの照射を開始する。レーザビームの波長は前述のように400nm以下に設定されているので、ウエハ9上のポリイミド膜は光アブレーション効果により、ポリイミドを構成する分子が一瞬にして分解されて原子状態となって四散し、レーザビームのエネルギーに応じてポリイミド膜が除去される。

【0031】なお、このとき、レーザ光源2より照射されてダイクロイックミラー5に入射されたレーザビームの内、一部はこのダイクロイックミラー5を透過してエネルギーメータ6に入射する。エネルギーメータ6に入射されたレーザビームは光電変換されて電気信号に変換された後、アンプ13により所定のゲインで増幅されて制御部1に入力される。

【0032】ステップS10では、制御部1はアンプ13から出力される信号の値を参照し、加工中のエネルギー密度が所定の値となっているか否かを判定する。その結果、エネルギー密度が所定の値となっていない(NO)と判定した場合は、ステップS3に戻り、前述の場合と同様に光量可変部3を再設定することになる。また、エネルギー密度が所定の値となっている(YES)と判定した場合には、ステップS11に進む。

【0033】ステップS11では、制御部1は、画像処理部18に対して制御信号を送り、ウエハ9上のアライメントマークのコントラスト値を算出させる。そして、算出されたコントラスト値を入力した後、変数C1に代入する。そして、ステップS12に進む。

【0034】ステップS12では、制御部1は、変数C1の値が変数C2の値よりも大きいか否かを判定する。即ち、レーザビーム照射前に測定されたコントラスト値(=C2)よりも、照射後に測定されたコントラスト値(=C1)の方が大きい($C1 > C2$)か否かを判定する。その結果、変数C1の値が変数C2の値よりも大きい(YES)と判定した場合にはステップS13に進み、変数C1の値を変数C2に代入した後、ステップS9に戻り、前述の場合と同様の処理を繰り返す。また、変数C1の値が変数C2の値よりも小さいか、または、これらの値が等しい(NO)と判定した場合には処理を終了する(エンド)。

【0035】次に、以上の処理を具体例を挙げて詳述する。

【0036】いま、図4(A)に示すようなアライメントマークが形成されたウエハ9がステージ10上に載置されたとする(ステップS1)。すると、制御部1は、開口絞り4を調節し、ウエハ9に照射されるレーザビームが所定の面積となるようにする(ステップS2)。

【0037】そして、制御部1は、ステージ10を水平方向に移動させ、エネルギーメータ14が照射レンズ系8の光軸位置に来るようにする(ステップS3)。そして、ステップS4において、制御部1は、レーザ光源2

を制御してレーザビームを照射させ、レーザビームのエネルギー密度を測定する。

【0038】ステップS5では、制御部1はステップS4において測定されたエネルギー密度の値に応じて、光量可変部3を制御する。そして、エネルギー密度が所定の値となったか否かを判定する(ステップS6)。その結果、エネルギー密度が所定の値となっていない(NO)と判定した場合は、ステップS4に戻り、エネルギー密度が所定の値になるまで同様の処理を繰り返す。また、エネルギー密度が所定の値となった(YES)と判定した場合にはステップS7に進む。

【0039】ステップS7では、制御部1はステージ10を移動させ、ウエハ9のアライメントマークが照射レンズ系の光軸位置に来るようにする。

【0040】そして、ステップS8において、画像処理部18によりアライメントマーク部分のコントラスト値が算出され、制御部1に供給される。

【0041】いま、加工処理がまだ実行されていないので、アライメントマークは、図4(A)に示すように、ポリイミドの薄膜で覆われた状態となっている。従って、コントラスト値は最小の状態となっている。

【0042】続くステップS9では、制御部1はレーザ光源2を制御し、レーザビームの照射を開始させる。その結果、前述のように、光アブレーションが生じ、照射されたレーザビームのエネルギーに応じた分だけポリイミド膜が除去されることになる。

【0043】このとき、ダイクロイックミラー5に入射されたレーザビームのうちの一部は、エネルギーメータ6に入射されて電気信号に変換され、アンプ13で増幅された後、制御部1に供給されている。制御部1は、入力された電気信号を参照して、加工中のレーザビームのエネルギー密度が所定の値となっているか否かを判定する

(ステップS10)。その結果、エネルギー密度が所定の値となっていない(NO)と判定した場合には、ステップS3に戻り、前述の場合と同様の処理によりエネルギー密度が所定の値となるように調節した後、加工処理を再度実行する。また、エネルギー密度が所定の値となっている(YES)と判定した場合には、ステップS11の処理に進む。

【0044】ステップS11では、画像処理部18により、アライメントマーク部分のコントラスト値が算出され、算出された値が変数C1に代入される。

【0045】そして、ステップS12では、レーザ照射前のコントラスト値(=C2)とレーザ照射後のコントラスト値(=C1)とが比較され、その結果、レーザ照射前のコントラスト値(=C2)がレーザ照射後のコントラスト値(=C1)よりも大きいか、これらの値が等しい($C2 \geq C1$ (NO))と判定された場合には、処理を終了する(エンド)。また、レーザ照射後のコントラスト値(=C1)がレーザ照射前のコントラスト値

($=C2$) よりも大きい ($C1 > C2$ (YES)) と判定された場合には、ステップ S13 に進み、変数 C1 の値が変数 C2 に代入された後、ステップ S9 に戻り、前述の場合と同様の処理が繰り返されることになる。

【0046】即ち、加工処理が進行し、アライメントマーク部分のポリイミド膜が殆ど除去された状態となると、コントラスト値はほぼ一定となる（レーザ照射の前後でコントラスト値はほぼ一定 ($C1 \approx C2$) となる）ので、レーザ照射の前後のコントラスト値の変化により加工の終了を判定する。

【0047】図4 (B) は、加工処理が終了したときの、アライメントマークの様子を示す図である。即ち、以上の処理によれば、アライメントマークを含む所定の領域のポリイミド膜が除去されることになる。

【0048】また、図5は、図4 (A) に示すアライメントマークの a-a' における断面図を示している。図5 (A) は、加工前のウエハ9を示しており、ウエハ9には、高さ d2 のアライメントマークが形成されているとともに、その上部には、厚さ d1 のポリイミド膜40が形成されている。なお、アライメントマークの高さ d2 は、約数千乃至1万オングストロームであり、また、ポリイミド膜40の厚さ d1 は、約数万オングストローム程度とされている。

【0049】なお、このようなアライメントマークは、金属、ポリシリコン、その他の素子を作成するのに際し、ウエハ上に形成される膜をパターニングすることにより形成される。

【0050】図5 (B) は、加工処理が終了したウエハ9の同一部分の断面図である。この図に示すように、加工処理が施されると、アライメントマークを含む所定の領域のポリイミド膜は除去され、アライメントマークが露出することになる。

【0051】以上のような実施の形態によれば、ウエハ9のアライメントマーク上に形成されているポリイミド膜を光アブレーションにより除去することができるので、短時間にしかも簡単なプロセスによりポリイミド膜を除去することが可能となる。

【0052】なお、以上の実施例では、ウエハのアライメントマーク上に塗布されているポリイミド膜を光アブレーションにより除去するようにしたが、ポリイミド以外の素材が使用されている場合においても本発明を適用可

能であることは言うまでもない。

【0053】また、以上の実施の形態においては、アライメントマーク部分のコントラスト値を用いて、加工処理の進行状態を判定するようにしたが、例えば、同部分の画像の微分値を算出してアライメントマークのエッジ部分（微分値が大きくなる部分）を検出し、この部分の微分値をコントラスト値の代わりに用いるようにしてもよい。

【0054】

- 10 【発明の効果】請求項1に記載のレーザ加工装置は、レーザビームをレーザ光源より放出し、被加工物を保持手段により保持し、保持手段に保持された被加工物に形成されているアライメントマーク上の薄膜に対して、レーザ光源から放出されたレーザビームを照射光学系が照射するようにしたので、アライメントマーク上に形成されている薄膜を光アブレーションにより簡単に、しかも、迅速に除去することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

- 20 【図1】本発明の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1に示す可変開口絞り4の詳細な構成例を示す図である。

【図3】図1に示すブロック図において実行される処理の一例を説明するフローチャートである。

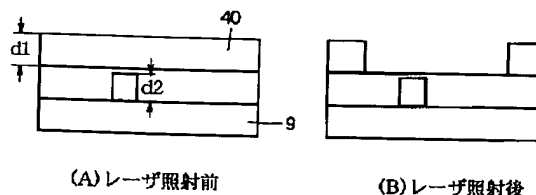
【図4】ウエハ9のアライメントマークが形成されている部分の拡大図である。

【図5】図4の断面を示す図である。

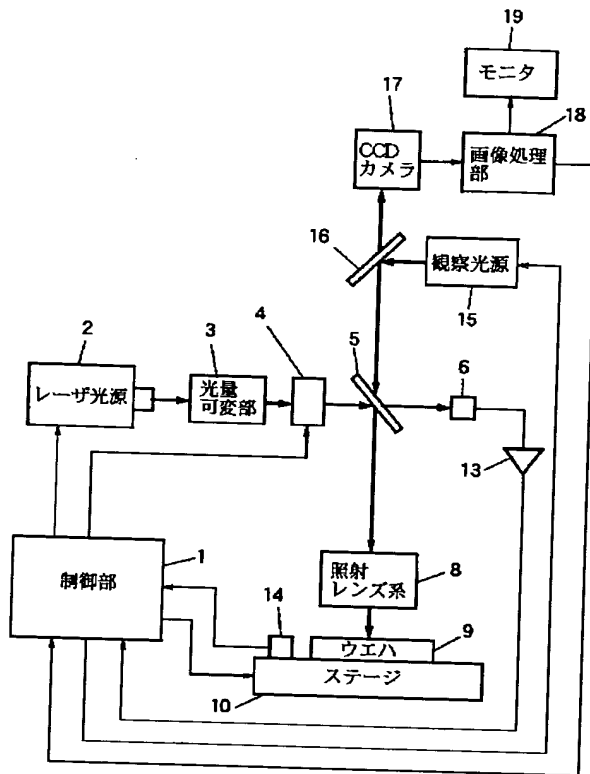
【符号の説明】

- 1 制御部（判定手段）
2 レーザ光源
4 可変開口絞り（開口絞り調節手段）
8 照射レンズ系
9 ウエハ
10 ステージ（保持手段）
15 観察光源
17 CCDカメラ
18 画像処理部
30 開閉羽根
31 円筒型ボディー
33 駆動部

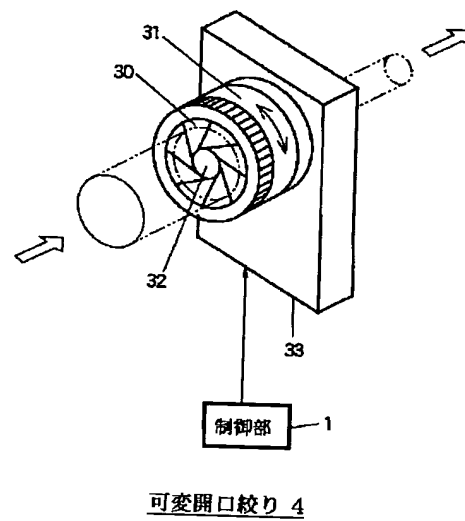
【図5】



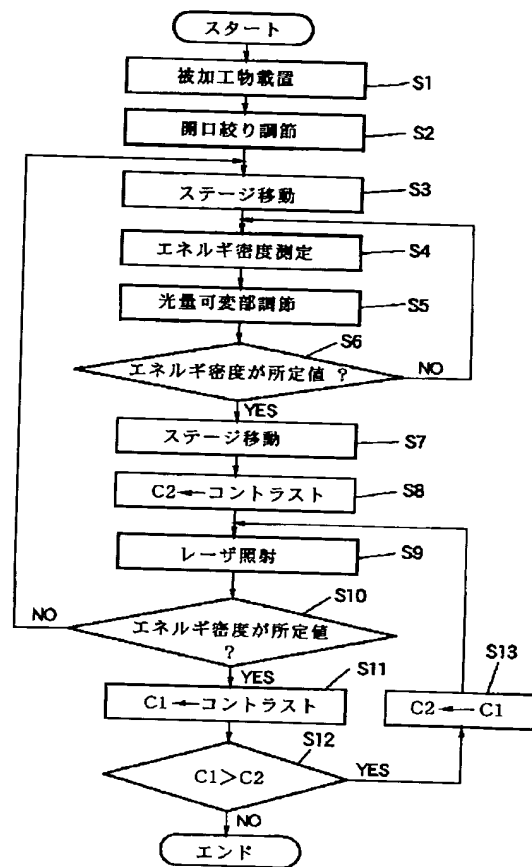
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

